

花の色 と 画像処理装置の光源

春は桜をはじめ色とりどりの花が咲き、あわせて若葉が芽吹くなど、風景の彩度が上がってきます。今回はそんな色に着目してみましょう。

そもそも、色とは目に入るさまざまな波長(波として見たときの一周期の長さ)の光のセットを人間が認識したものです。見ている対象の方向から届く光(電磁波)が目に入り、レンズにあたる水晶体を経て、目の奥にある網膜上に集まります。この光があたる網膜上には視細胞という細胞があり、大ざっぱに4種類、明るさを感じる(モノクロの)細胞、赤・緑・青の3波長をそれぞれ感じる細胞で、網膜の中心付近(正面に見える位置)で高密度に、周辺に行くほど低密度に配置されています。これらの視細胞の信号から、色や形の認識をされるとされています。そのため、「赤を赤と認識する」のは、目から入っている「波長のセットを処理した何か」に対して、子どもの頃から「赤である」と教えられた対応関係があるに過ぎず、さまざまな工業規格などで波長などが厳密に定義されることに対して、人によってまちまちです。

さて、目に入る波長のセットのつくられ方は、いくつかのパターンにわけられます。

一つ目は自分で発光する場合で、白熱電球のようなものは、何かが高温に熱せられたことで関連する波長の電磁波が出るようになります。

温度がほどほどだと暖房でおなじみの遠赤外線が出て、温度が上がると赤→青が主に出るようになります。特定の波長だけではなく連続的に光が出るため、青よりも波長の長い緑や赤も出ます。よって、物の温度があがると、赤→黄色→白→青白(=さまざま混じって白っぽい)が青が多い)となります。青白い光に冷たさを、オレンジの光に暖かさを感じるのは、この原理での発光によるとオレンジの発光時は物体の温度は青白いときよりは低いものの、暖かさを感じる赤外線は多めに含んでいることとの感覚と思われます。

もう一つの発光の原理はLEDや半導体レーザーなどに見られる、電子の持つエネルギーによる光です。原子や分子は電子を持ちますが、その電子が状態によって異なるエネルギーを持ちます。このエネルギーの大きさにステップがあり、一段階落ちるときにその高さに対応して赤や青の光が出ます。落ちる分は電圧で稼ぎ、落ちる回数(=光の量)は電流(=電子の流れ)によるため、LEDは光の量(光束)は電流に比例し、波長の長さ=色と電圧に関係があります(赤のLEDより青のLEDのほうが、電圧が高い)。

二つ目は他の光源からの光を反射することによるものです。まず、反射には鏡面反射と拡散反射があります。前者は鏡のように光の入る方向と出る方向が明確に対応するものです。後者

熊谷正朗—KUMAGAI MASA-AKI—

東北学院大学 工学部 機械知能工学科 教授

東北学院大学工学部 教授／仙台市地域連携フェロー(ロボットメカトロ系担当)。2000年東北大学大学院工学研究科修了、博士(工学)、同大助手。03年東北学院大学講師、助教授、准教授を経て、現在に至る。ロボメカ系開発を専門とし、メカの設計からマイコンやサーバのソフト開発までを行う。「基礎からのメカトロニクス講座」や地域企業訪問も実施中。



では物質内に一度光が進入し、そこであちこち向きを変え、表から出てきます。その結果、いろいろな方向に光が反射し、樹脂や紙などはその傾向が強く見られます。局所的には鏡面型でも表面が微細に凹凸していると反射方向は拡散になります。

この反射をするときに、光源からの光をすべて反射するのではなく一部の波長のみを反射するものは、さまざまな波長を含む白い光を当てても、反射光に偏りが出て、色が出ることとなります。多くの場合は、一部の波長を吸収することで偏ります。たとえば、植物は光合成の過程で葉緑素クロロフィルが赤と青・紫あたりをエネルギー源として活用します。その結果、吸収されない緑が残り、緑色に見えます。

三つ目はこの組み合わせで、外から当たった光を吸収して電子のエネルギーにして、それが落ちることで(一般にはよりエネルギーの低い=波長の長い)光にして出すケース、蛍光です。たとえば、白いLEDは一般に、青の発光とともに、青から黄色などに変換する物質を併用しています。

さて、我々がさまざまな目的で使うカメラ類は(広い意味では目も)、たいていは上記の二つ目の吸収による色を見えています。ここで、もし、反射吸収すべき光の波長が最初からなかったらど

うなるでしょうか。たとえば、赤と黄に見えるものはいずれも赤の光を反射し、緑の有無が異なります(後者が黄色波長反射の場合もあり)。これに、赤の光のみを当てると、どちらも反射するため赤く見え、区別がつきにくくなります。一方、緑の光では暗と緑でくっきりします。つまり、色による区別がつくかどうかは光源に大きく依存し、区別しにくくも、しやすくなります。

似た事例が、学生さんのロボコンでもありました。競技で赤・黄・青の球の色判別をするために、赤緑青3色のLEDで順次照らし反射の強さを測定するという手段を用いました。ところが、人間の見た目には同じ黄色に見える球が、新旧の球でかなり異なる値を示しました。おそらく、通常の白色光の下での見た目は同等でも、使用された色素が異なることで吸収波長が異なり、波長の限定されたLEDの光の反射に影響が出た、と考えています。白色LEDも、青にその他の波長を混ぜてつくりませんが、追加分は蛍光材料に依存するため、選定には注意を要します。

たまに、桜のライトアップでカラフルなライトを使っている場合がありますが、桜は全般に白っぽい=全波長反射なので、光源の色が出ます。カラフルなチューリップに当てるとどうなるでしょうね。青空おひさまの下で見るのが一番きれいとは思いますが。